

Cite No. 2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-266095

(43) 公開日 平成6年(1994)9月22日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 1/08	A	7369-2H		
H 0 1 L 21/30		7352-4M		

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平5-243589

(22) 出願日 平成5年(1993)9月6日

(31) 優先権主張番号 9 5 2, 0 6 1

(32) 優先日 1992年9月25日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 591003943

インテル・コーポレーション

アメリカ合衆国 95052 カリフォルニア

州・サンタクララ・ミッション カレッジ

ブーレバード・2200

(72) 発明者 ジャイアン・ティ・ダオ

アメリカ合衆国 94539 カリフォルニア

州・フレモント・ユークリッド プレイ

ス・2523

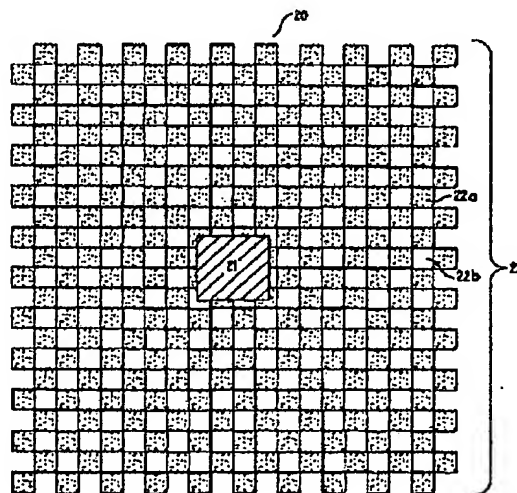
(74) 代理人 弁理士 山川 政樹

(54) 【発明の名称】 レティクル及びレティクル・ブランク

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 減衰性位相シフト型レティクルのクロムの薄層の不均一から生じる欠点を除去する。

【構成】 このレティクル20には、形成すべき図形部分以外の領域において、副次解像度パターン22が設けられている。この副次解像度パターン22によって、実質的に均一であり、且つ減衰された強度の放射光が透過する。上記図形部分によって、この副次解像度パターン22に対して位相偏移が以下に行われる。即ち、これら図形部分を通過した光の位相を、これら図形部分を包囲する副次解像度パターン22を通過し、減衰された放射光の位相に対して、約180° 偏移する。



(2)

特開平6-266095

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 リソグラフィプリンタによって、放射光感光層をパターン化するためのレティクルを製造する時に使用されるレティクル・ブランクにおいて、このブランクには、図形部分のパターンを有する領域が設けられ、これらの図形部分のサイズを前記リソグラフィプリンタの解像度より小さくし、且つ、前記領域によって、それに入射した放射光の減衰された放射光部分を通過させるようにしたことを特徴とするレティクル・ブランク。

【請求項2】 リソグラフィプリンタによって、放射光感光層をパターン化する時に使用するレティクルにおいて、それに入射した放射光の大部分を透過する第1領域と：この第1領域に近接して設けられ、図形部分のパターンを有する第2領域とを具備し、これら図形部分のサイズは、前記プリンタの解像度以下のものであり、この第2領域によってこれに入射した放射光の減衰された放射光部分を透過し；更に、位相偏移手段を具備し、これによって、前記第1領域を通過する放射光の位相を、前記第2領域を通過する放射光の位相に対して、約160°～200°だけ偏移させたことを特徴とするレティクル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、放射光感度層をパターン化する時に使用するレティクルに関し、特に、減衰性位相偏移を利用したレティクルに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体産業においては、デバイスの寸法を減縮させることにより、デバイスの密度（集積度）を向上させることに継続的に努力を払っている。最新のデバイスの技術水準によれば、1ミクロン以下（即ち、サブミクロン）の寸法を有するデバイスが開発されている。このような特徴を有するデバイスを製造するために、感光層を基板またはデバイス層上に形成して、レティクルを介して放射光で露光する。このレティクルは、公知のように、実質的に透明な基礎材料を有し、この材料はその上に形成された所望のパターンとなる不透明層を有している。サブミクロンのレベルでは、回折効果は重要なものとなり、これによって図形部分の端部付近の不透明層の下側に存在するフォトリソ層の一部分が露出してしまふようになる。

【0003】 このような回折効果を最小限に抑えるため、位相偏移型レティクルが従来より利用されていた。一般に、位相シフト（偏移）型レティクルでは、形成すべきパターンに対応した不透明層に開口を形成している。露光用放射光を伝搬すると共に、開口に対して約180°だけ相対的に放射光の位相をシフトする。位相シフト（偏移器）が、これら図形部分の外側端部に沿っ

2

て、または付近に設置されている。この位相シフトを透過した放射光は、開口からの放射光と打ち消すように干渉し合い、これによって、図形部分の端部付近の不透明層の下側に存在するフォトリソ層に入射する放射光の強度が弱められてしまう。

【0004】 これら従来の位相偏移型レティクルには数多くの問題点があり、これによって図形部分をパターン化するために利用するこれらレティクルの可能性を制限してしまう欠点がある。場合によっては、2つの図形部分を互いに近接させて配置する必要がある。例えば、接点またはビア開口を近接して隣接したアレイ中に設けることもできる。従来の位相偏移型レティクルにおいては、開口の各々は、これ自身を開いている位相シフト用のリム（縁）を有している。アレイ中にコンタクト開口が形成されている場合には、これら2つの開口の位相シフト用リムを互いに極めて近接させることができる。このような場合には、2つの近接した開口パターンの位相シフト用リムは、1つの極めて広いリムに等価なものであると言える。しかし乍ら、位相シフト用のリムの幅が増大するので、位相シフト用のリムによる放射光の強度が増大する。このような増大した強度によって、現像されたフォトリソ層中に深い凹みが形成されてしまい、実際には、2つの開口間でフォトリソの一部分が除去されてしまうことがある。このような近接効果は、2つの位相シフト用のリムが約0.65λ/NA以下に配置された場合に起こるものである。ここで、「λ」は露光用放射光の波長であり、「NA」は使用するリソグラフィプリンタのレンズの開口数である。

【0005】 また、このような近接効果の他に、これら位相シフト型レティクルによって、或る図形部分を形成することは困難である。レティクルの製造中に、位相シフトを、これと組合わされた図形部分から独立したマスクステップを利用して形成することができる。極めて小さな図形部分に対しては、アライメント許容値は、このプロセスの能力を超えてしまうことがある。これに加えて、位相シフトを形成することができたとしても、検査および修理が極めて困難なものとなる。最終的には、物理的な限界によって、いくつかのタイプの図形部分に対して、位相シフトが使用できなくなってしまう。一般に、位相シフトの幅は、約0.1～0.4λ/NAにする必要がある。ここで「λ」はレンズの像縮小率である。1:1の倍率においては、これら位相シフトの幅は、代表的な値として約0.1μである。位相シフトはこのよう有限な幅を有しているため、すべてのデバイスパターンを位相偏移型レティクルで形成することができず、これは、1つの図形部分の一部分または2つの独立した図形部分を互いに近接して配置することによって、適当な領域中で位相シフトを配置できなくなるからである。

【0006】 これら上述した問題点を克服するために、

(3)

特開平6-266095

3

減衰式位相偏移型マスク (APSM) が提案されている。このAPSMによって、従来のマスクの不透明層（一般に、この層は、約0.1 μ mの厚さのクロムの層である）を、減衰、または減少された割合で入射光を透過する「漏洩」層で置換できる。例えば、クロムの極めて薄い層（約300 \AA ）を利用してこの漏洩層が形成できる。この薄いクロムの層はレティクル上に入射した放射光の約10%を透過する。更に、この漏洩クロム層によって、このようなクロム層が存在していないレティクルの領域を透過した放射光と比較して、この漏洩クロム層を透過した位相を約30°だけ偏移する。所望の180°偏移を達成するために、更に、これら図形部分を追加的に150°位相させるためにレティクルをエッチング処理したり、これら図形部分の領域内に、位相偏移材料を配置する。即ち、APSMには、これら図形部分を除いて、全体のレティクルのベースを包囲する漏洩クロムの層が設けられている。これら図形部分は適当な位相偏移性を有する開放領域（即ち、薄いクロム層を有する領域）である。これら図形部分を透過した放射光は、漏洩クロム層を透過した放射光に対して180°位相変位しているの、従来の位相シフタ（偏移器）が不必要となる。減衰用クロム層を有する図形部分の外側のレティクルの部分を本明細書においては、レティクルの「視野（field）」と称するものとする。漏洩クロムによって、露光用放射光の値が10%のみを透過するので、図形部分から離開した部分の僅かな部分だけが露光される。この部分露光によって、フォトレジスタのいくらかの部分がかこれら領域から除去されるが、連続的な層が残存する。この露光のために、フォトレジスト層の厚みが調整される。例えば、露光処理のために、この漏洩クロム層の下側のフォトレジスト層の厚さが1,000 \AA に減った場合、および現像後においてフォトレジストの層厚を10,000 \AA に所望する場合には、フォトレジストの初期の厚みは11,000 \AA のものを利用する。また、この漏洩クロム層を、「吸収性位相シフタ」ならびに「ハーフトーンクロム層」とも称するものとする。

【0007】従来のAPSMの製造において、幾つかの問題点が生じている。先ず第1に、レティクルの表面上に、均一の厚さでクロムの薄層を堆積させることは極めて困難なことである。一般に、或る領域の厚さは、目標の厚さより厚くなると共に他の領域の厚さは、目標の厚さより薄くなってしまふ。第2の問題点としては、レティクルの表面上に、物理的に均一な特性を持ったこの薄い層を堆積させることは困難なことである。例えば、或る領域には、他の領域に比べて、膜中に残留するガス（例えば、空室ガス）が多くなる問題点がある。この要因および他の要因のために、光学密度や屈折率のような物理的な特性が均一でなくなってしまう。最後に、周知の様に、薄いクロム層のピンホール密度は、従来の不透

4

明なクロム層のものに比べて高くなってしまふ。上述した薄いクロム層を堆積させる場合の困難性に加えて、レティクルの製造過程全体に亘って堆積した層の品質を維持することは困難である。この層はこのように薄いために、従来の不透明なクロム層のように精密なものでなくなってしまう。例えば、洗浄作業のような、種々の製造ステップにおいて、前述した不均一性および欠点が悪化してしまうようになる。高品質の薄いクロム層を製造すると共に、維持する場合における、これらの困難性によって、従来のAPSMによる良好なリソグラフィ的な性能を達成する能力に、以下に説明した理由によって限界が生じてしまふ。

【0008】APSMにおけるクロムの薄層の不均一な厚さおよび屈折率に基づく問題点の1つとして、可変「焦点シフト（偏移）」があり、これについて以下、図1Aおよび1Bを参照して説明する。これら図1Aおよび1Bには、焦点ずれ対臨界寸法のグラフが表示されている。しかし、実際の値は、以下の各要因に基づいて大幅に変化する。即ち、形成すべき図形部分、露光時間や露光エネルギーを含んだ露光パラメータ、プリンタパラメータおよび他の要因が包含される。図1Aおよび1Bには、一組の露光およびプリンタパラメータの例が図示されている。図1Aには、フォトレジスト層内の臨界寸法（CD）を、焦点ずれ（フォトレジスト層と最良または好適な焦点との間の距離）に対してプロットしたグラフが図示されている。図1Aの曲線10から明らかなように、像が正または負方向へ焦点ずれした場合に、レジスト内の開口の寸法が減少するようになる。この臨界寸法（CD）に対する許容処理仕様値が0.3~0.5 μ mの範囲の場合に、図1Aに示した例に対しては、焦点ずれは約-0.75 μ m~+0.75 μ mの範囲である。その理由は、このCDは、-0.75 μ mの焦点ずれにおける約0.3 μ mから0 μ mの焦点ずれにおける約0.4 μ mまで変化し、更に、+0.75 μ mの焦点ずれにおける0.3 μ mまで戻るからである。この範囲外では、このCDは、0.3 μ m以下まで低下し、これは仕様量の範囲外である。-0.75 μ mから+0.75 μ mまでの範囲は、視野の深さ（DOF）であり、ライン11によって表されている。従って、フォトレジスト層がこのDOF以内である限り、このCDは仕様値内である。周知のように、大きなDOF値が望まれている。これは、ウェーハの形状および他の要因によって、フォトレジスト層のレベルがプリンタの露光フィールド（視野）に対して大きく変化するからである。

【0009】位相偏移型レティクルにおいて、上述した焦点偏移が起こる。これにより曲線10は、この位相偏移器と図形部分との間の位相差が180°から変化するよう偏移する（位相エラー）。この位相差が180°以下の場合には、曲線10が右側へ偏移する。また、位相差が180°以下の場合に、曲線10が左側へ偏移す

(4)

特開平6-266095

5

る。図1Bに示したように、曲線12は、CDと、図形部分に対する焦点ずれとをプロットしたものであり、ここで図形部分とそれの位相シフトとの間の位相差は 180° 以下である。また曲線13は、CDと、図形部分に対する焦点ずれとを表し、ここで、この図形部分とそれの位相シフトとの間の位相差は 180° 以上である。個々の曲線の形状は、位相エラーのため大幅に変化しないものである。むしろ、この曲線は単純に偏移し、この偏移量と方向とは、 180° からの位相カラーの方向と量とによって決められる。

【0010】前述したように、従来のクロムの薄膜は、約 30° の位相シフトを有する。しかし、このシフト量は、膜の厚さや屈折率が変化することに併って変化する。前述したように、クロムの薄膜の厚さおよび屈折率が不均一であるため、この位相シフトはレティクルの全表面上に亘って不均一となる。このようにクロムの薄膜の位相シフトが変化するので、従来のAPSM上に以下のような領域が存在する。ここでは、位相差が図形部分とそれの位相シフトとの間で 180° 以下である領域と、位相差が 180° より大きな領域とが存在する。即ち、一般に、従来のAPSMは正および負の位相エラーの両方を有している。ここで、従来のAPSMが、位相差が例えば 170° である図形部分と、例えば 190° である図形部分とを有する場合に、DOFは、焦点シフトのために、大幅に減少する。また、図1Bから明らかなように、位相差が 180° より小さな図形部分（曲線12）に対して焦点ずれが約 0.5μ またはこれ以上の場合に、CDは 0.3μ 以下となる。一方、焦点ずれが約 -0.5μ またはそれ以下の場合に、位相差が 180° より大きな図形部分（曲線13）は、 0.3μ となっ

ているCDを有する。従って、このように変化する位相エラーのために、DOFは -0.5μ から $+0.5\mu$ だけ延在するようになる。これは、位相エラーの無い、または均一な位相エラーを有するレティクルに対するDOF11（即ち、 $-0.75\mu \sim +0.75\mu$ ）と比較できるものである。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】従来のAPSMにおけるクロムの薄膜の不均一な厚さおよび光学密度によって生じる問題点は、この層を透過する光が均一でないことである。このことによって、或る領域においてフォトリソが過度に除去されてしまうようになる。更に、その上、図形部分の近傍の透過率が余りにも低い場合に、不十分な位相シフトした放射光となり、回折を有効的に最小に抑えられず、解像度が低下してしまう。最後に、従来のAPSMのピンホール密度が増大することによって、このAPSMによって露光されたフォトリソ層中に不所望な開口が形成されてしまう問題があった。若し、これら開口が臨界領域中に形成されると、このAPSMは使用不可能となる。

6

【0012】解像度を向上させるために位相シフトを利用可能とする減衰性位相シフト型レティクルに要求されるものは、すべての図形部分および近接した配置した図形部分に対して利用できるものであり、ほんの僅かな、または比較的均一な位相エラーを有するものである。更に、欠陥密度が低く、現在の技術を駆使して容易に製造可能な減衰性位相シフト型レティクルが所望されている。

【0013】

【課題を解決するための手段】以下、本発明の減衰性位相シフト型レティクルが開示されている。一実施例によれば、図形部分の位相が、レティクルの減衰された視野に対して約 180° 偏移（シフト）している。このレティクルの視野は、この上に形成された副次解像度パターンを有しており、この副次パターンによって、減少された放射光の一部が透過される。このパターンは副次解像度であるので、副次解像度パターンの下側の感光層中には何れのパターンも形成されない。この視野を透過した放射光は、図形部分を透過した放射光に対して 180° の位相を有するので、位相シフト型のレティクルの解像度が改善される。従来の位相シフトが必要でなくなるので、あらゆるタイプの図形部分と近接した図形部分とを、本発明のレティクルによって形成することができる。上述した副次解像度パターンを、従来の不透明層の厚さと等しい厚さを有する層の中に形成したので、本発明のレティクルを容易に製造できる。この結果として、ピンホールの密度が従来のレティクルのピンホール密度に比べて悪化しなくなる。更に、この副次解像度パターンを、従来のパターンと同様に精密に形成するので、この結果、標準的なレティクル製造過程のすべてに使用できる。本発明の他の特徴および利点は、以下の詳細な説明から明らかになる。

【0014】

【実施例】以下に、本発明による減衰性位相シフト型レティクルを開示する。本発明を理解するために、特徴の材料や、レティクルパターンや寸法等の所定の詳細なデータが記載されている。しかし乍ら、これらの特定の詳細なデータを利用しなくても、本発明を具現化できることは、当業者にとって明白である。また、他の例においては、本発明を不必要に不明瞭にしないようにするため、周知の材料または周知の方法を詳述しなかった。

【0015】種々のパターン化されたレジスト層を形成することができる。本発明を駆使することによって、従来の解像度限界値より大きな、または小さな寸法を有するレジスト層をパターン化することができる。このようにパターン化されたレジスト層を、誘電体、シリコン、または金属エッチングステップ中に、マスク機能層として、または、ドーピングステップまたは他の処理ステップ中に、マスク機能層として利用できる。本発明を利用することによって、多数のパターンを形成すること

(5)

特開平6-266095

7

ができる。パターン化されたレジスト層を用いることによって、コンタクトまたはビア開口、ポリシリコンワードライン、金属ライン、フィールド隔離領域、イオン注入領域等を規定することができる。本発明によって形成されたパターンは、以下に与えられた例に限定されない、また本発明は、あらゆる半導体技術、即ち、バイポーラ、金属酸化物半導体および III-V 族半導体を含んだ技術と共に利用できる。

【0016】種々の材料および装置を利用できる。本発明については、ポジ性のフォトレジストと協働したものについて記載されているが、ポジ性のフォトレジスト、ネガ性のフォトレジスト、コントラスト強調型フォトレジストおよび可視光スペクトル以外の波長を有する放射光を利用してパターン化したレジスト材料を含むあらゆるタイプの感光層によって、本発明を実現することもできる。例えば、非反射コーティング材料のような他の材料をレジスト層と一緒に利用できる。レティクルを多くの異なった材料によって製造できる。レティクルのベース、または基板に、石英、ガラス、シリコン、窒化珪素、オキシ窒化、珪素、または窒化ほう素を利用できる。クロム、金、銅および他の金属化合物を不透明エレメント用に利用できる。このレティクルの製造は、更に難しいものであるが、ポリシリコン、ステンシル、または「シースルー」レティクルを利用できる。放射光に対して不透明である材料はすべて、不透明エレメントとして利用できる。本明細書に記載されている実施例では、レティクルベースは、石英によって製造されており、不透明領域には、パターン化されたクロム層が設けられている。このクロム層の厚さは、すべての放射光を実質的に阻止するのに十分な厚さを有する。一実施例によれば、以下に説明したように、異なる厚さの石英の領域を利用して位相シフト（偏移）を行っている。この代りに、位相シフトを所望する焦点領域内に、他の材料から成る領域を形成することによってこの位相シフトを実現することもできる。例えば、フォトレジスト、二酸化珪素（ドーブ処理した、またはドーブ処理していない）、スピロ・オン・ガラス、ポリイミド、窒化珪素、オキシ窒化珪素、およびポリ（メチルメタアクリレート）等の材料を適当な領域に配置することによって、位相シフトを実現することもできる。

【0017】また、本発明は、放射光の波長や開口数に無関係に、あらゆるリソグラフィプリンタを利用できる。これらリソグラフィプリンタの例としては、プロジェクションプリンタ、コンタクトプリンタ、プロキシミティプリンタが存在する。一般に、市販のリソグラフィプリンタは、約436nmより長くない波長で作動し、約0.17~0.6の範囲の開口数を有するレンズを保有し、更に、像の縮小倍率は約1×1~10×1の範囲である。

【0018】また、現在の好適実施例によれば、半導体

8

基板をポジ性のフォトレジスト層でコーティングして、リソグラフィプリンタ内に配置する。また、現在の好適実施例によれば、このリソグラフィプリンタは、例えばニコン社製の1-ラインプロジェクション（投影）プリンタであり、このプリンタは、約365nmの波長を有する放射光を放射する放射光源と、約0.50の開口数を有するレンズと、更に、約5×1倍の像縮小率とを有している。この5×1倍の像縮小率とは、レティクル上の像を、この像がフォトレジスト層の表面に到達した時に、約5倍だけ減少することを意味する。簡単のために、レティクル上の特徴およびパターンについては、プリンタのIRFを考慮して、形成された像の寸法に基づいて説明するものとする。例えば、フォトレジスト表面における放射光強度について、レティクルの図形部分または副次解像度パターンに関連して説明する場合に、例えば、レティクルの「開口の下」での放射光強度について参考にする。この用語を利用して、対応の1/5寸法像におけるフォトレジスト表面上の放射光強度について説明する。従って、以下に説明した寸法のすべては、特に記載しなければ、1:1基準に基づくものである。レティクル上の図形部分またはパターンの対応のサイズを決定するために、1:1サイズを約5倍する必要がある。また、ポジ性のフォトレジストにおいて所定サイズの図形部分を形成するために、レティクル上の図形部分のサイズは、本発明の減衰性位相シフト型レティクル用のプリンタのIRFに所望の図形部分のサイズを掛けただけのより、約20%大きくする必要がある。

【0019】図2には、本発明のレティクル20の一部の一好適実施例の平面図が図示されている。開口21は、フォトレジストの中に形成すべきパターンである。例えば、この開口21を利用して、フォトレジスト中に、コンタクトまたはビア開口（Via opening）を形成することができる。一好適実施例によれば、この開口21は、ほぼ矩形形状を有し、フォトレジスト層中の所望の開口より約20%だけ大きな寸法を有している。例えば、フォトレジスト層中に0.4μmの寸法を所望する場合には、開口21は、1:1基準において約0.5μmの寸法を有する。また、本発明を利用して、前述したように、より大きな、またはより小さな寸法を有する開口または他の図形部分を形成できることは明らかである。チェッカーボードパターンとして説明されるパターン22によって、開口21を図示のように包囲する。現在の好適実施例においては、レティクル20には、石英のベースが設けられ、パターン22は、この石英ベースの上に堆積されたクロム層中に形成される。

【0020】開口21の領域中において（同様に、図2には図示しないが、レティクル20上の他の図形部分の領域中において）、透過した放射光をレティクルの他の領域と比較して約160°~200°の範囲内で位相シフトする（+N×360°ここで、「n」は0またはそ

(6)

特開平6-266095

9

れ以上の整数である)。また、一好適実施例においては、このことは以下の方法によって実現される。即ち、パターン22の領域におけるレティクル20の石英ベースを経て透過する放射光と比較して、約 $160^\circ \sim 200^\circ$ の範囲内で、開口21を経て透過される放射光を位相シフトするのに十分な厚さを有するだけ石英ベースを除去することによって実現できる。

【0021】図2において、領域22aは、クロムが存在する領域である。番号22bで示したような明るい領域は、クロムが存在しない領域である。上述した従来のAPSM（マスク）とは異なり、パターン22の領域22a中のクロム層は、放射光に対して完全に不透明である。一好適実施例によれば、クロム層の厚さは約1、100オングストロームである。パターン22の領域22aの形成するクロム層または不透明（不透明）層を異なった厚さにすることができるが、この層に入射する殆どすべての放射光の透過を阻止するのに十分な厚さを有する必要がある。

【0022】一般に、図2の領域22bのような副次解像度パターンにおけるいずれの開口ならびに本発明の他の実施例の同様な領域を、約 $0.3\lambda/\text{NA}$ より大きなものとして形成してはならず、好適には、約 $0.2\mu/\text{NA}$ またはこれより少ないものとする。一好適実施例によれば、これら領域22aと22bの各々をほぼ矩形形状とし、一辺が約 $0.1\mu\text{m}$ の寸法を有する。従って、パターン22（領域22aと22bを含む）の解像度を、前述したプリンタの解像度より十分低いものとする。このパターン22の解像度がプリンタの解像度より低いので、このパターン22は、フォトレジスト層内において模写されない。この代りに、比較的均一な放射光のパターンがパターン22の下側のフォトレジスト面に到達する。副次解像度パターンの下の放射光の強度は、パターンの密度に依存する（即ち、開放領域のパターン全体領域に対する比率、例えば、 $22b/(22a+22b)$ である）。このパターンの下側の強度は、この比率に、レティクルに入射した放射光を掛けたものより小さいもので、この放射光は、光学的効果のために、散乱及び回折が含まれている。従って、例えば、パターン22において、領域22aと22bとが同一サイズの場合に、パターン22の下側で得られる強度は、50%以下であると共に、代表的な値としては、レティクル20に入射する放射光の約30%に相当する。この強度は、副次解像度パターンにおける開口の全体領域に対する比率を減少させることによって減少できる。例えば、パターン22において、このパターンを、開放領域22bのいくつかを不透明領域22aで置換えることによって改造できる。更に、以下に説明するように、数個の代りのパターンまたは変形例を利用して、副次解像度パターンの下側において、所望の放射光強度を達成できる。

【0023】前述したように、レティクル20を介して

10

パターン22の領域中に透過した放射光と比較して、放射光を開口21によって位相で約 $160^\circ \sim 200^\circ$ だけシフト（偏移）する。従って、この開口21を包囲するパターン22の一部分が、位相シフタ（偏移器）として有効に作用し、この位相シフタによって回折の効果を最小限に抑え、これによって、処理の解像度を改善する。

【0024】図3は、本発明の別の実施例を示す。図3において、同様に開口21を有するレティクル30の一部分が図示されている。前述の実施例のように、この開口21は、エッチング処理された石英ベースが、放射光をレティクル30のエッチング処理されていない部分を経て透過する放射光に対して $160^\circ \sim 200^\circ$ だけ位相シフトするのに十分な厚さとされている。この開口21を包囲するパターン32は、以下、グリッド（格子状）パターンと称する。図2のパターン22と同様に、領域32aは、実質的に不透明なクロムが存在すると共に、明るい領域32bがクロム層中の開口を表す領域を表す。一好適実施例によれば、領域32bの各々は、ほぼ矩形形状を有しており、約 0.2μ またはそれ以下の寸法を有している。クロム領域32aの幅を、約 $0.1\mu \sim 0.5\mu$ の範囲で選択することができる。前述したように、領域32aと32bの寸法を変化させて、パターン32の下側に、所望の強度を達成できる。図3のパターン32を、前述したように、例えばプリンタの解像度以下にする。従って、このパターン32によって、開口21を経て透過された放射光に比べて、約 $160^\circ \sim 200^\circ$ の位相で、放射光の均一、且つ減衰したフィールドを通過させる。従って、このパターン32は、開口21に対して位相シフタとして作用し、これによって解像度を改善できる。開口21の端部がクロム領域32aの部分に沿って存在している。しかし乍ら、この図4の好適実施例から明らかなように、このような配置にする必要はなく、図4に示した開口21を、図3に示した開口21の位置以外の（クロム領域32aに対しての）位置に設置できる。

【0025】図5は、更に本発明に一好適実施例を示す。図5において、開口パターン21を有するレティクル50の一部分が図示されている。前述した実施例と同様に、開口パターン21を透過した放射光は、レティクル50の他の部分を透過した放射光に対して、約 $160^\circ \sim 200^\circ$ の範囲で位相シフトされる。図5のパターン52は、本例において回折格子パターンと称するものとする。一好適実施例において、不透明領域52aは約 $0.1 \sim 0.5\mu$ の範囲の幅を有する。これら不透明領域52aは約 $0.05 \sim 0.2\mu$ の範囲の離間距離である。勿論、この間隔は、パターン52の開口52bの幅である。同様に、これらの寸法を変化させることによって、このパターンが副次解像度を維持している限りにおいて、所望の透過強度を得ることができる。前述した実

(7)

特開平6-266095

11

施例と同様に、開口21を包囲するパターン52の一部は、位相シフトとして作用するので、この結果として解像度が向上する。

【0026】図6は、本発明の他の実施例を示し、ここでは、近接して配置した2つの開口パターン21がレティクル60上に存在する。この図6に示した実施例では、2つの開口パターン21が約0.5 μ mの離間距離で設置されている。パターン32が、図6において、これら開口パターン21を包囲して図示されている。また、
10 明らかなように、これら2つの近接した図形部分（即ち、開口21）として、図2のパターン22、図5のパターン52、および本発明の技術範囲内の他のパターンのいずれも利用して形成できる。更に、また、これら開口21を、本発明の副次解像度パターンと共に更に近接して配置することもできる。従来例では、従来の図形部分の各々には、位相シフト用エレメントが必要であった。このエレメントによって、放射光の位相を、この従来の図形部分に対して約180°シフトしていた。この位相シフトエレメントの幅は、使用した特定の露光パラメータおよび所望の改良された解像度に依存していた。
20 しかし乍ら、従来の位相シフトエレメントと有する2つの図形部分を、本実施例の図6の開口パターン21のように近接させて配置した場合に、前述したように、これら2つの露光されている開口パターン間のレジストと共に、近接効果によって問題が生じてしまう。一般に、コンタクト開口用の位相シフト用リムのような従来の位相シフト用エレメントは、約0.55 $\times \lambda / NA$ だけ離間させる必要がある。これら位相シフト用エレメントをこの距離だけ離間させる必要があるから、従来の図形部分自身を、最短離間距離0.55 $\times \lambda / NA$ および、これ
30 に加えて、位相シフト用エレメントの幅の2倍だけ離間させる必要がある（前述したように、従来の各図形部分は、位相シフト用エレメントによって包囲されているためである）。本発明によれば、位相シフト動作は、上述したような従来の位相シフト用エレメントを利用しないで実行できるので、2つの開口21のような2つの近接した図形部分を更に互いに近接して配置でき、この場合、近接効果をもたらせない。従って、本発明によれば、コンタクト開口のような位相シフトされた図形部分を、従来の位相シフトされた図形部分に比べて更に近接
40 して設置できる。

【0027】本発明においては、レティクル全体に副次解像度パターンを有する必要は無く、むしろ、この副次解像度パターンを形成すべき図形部分の周囲のみに配置することが可能となる。図7には、副次解像度パターン72によって包囲された開口パターン21が図示されており、ここでは同心フレームパターンと称するものとする。図7から明らかなように、このパターン72は、開口パターン21を包囲している領域内のみに存在する。このパターン72は図5の回折格子パターン52に類似
50

12

している。このパターン72の不透明部分72aと開口72bとは、パターン52の不透明部分52aと開口52bとの寸法と同一範囲内の寸法を有している。パターン22、32、52のいずれか、または、本発明の技術思想内の他のパターンを、このパターン72の場所に利用することもでき、所望に応じて図形部分のみを包囲することもできる。

【0028】また、本発明は上述した特定のパターンのみに限定されないことは明らかである。一般に、以下のような条件を満たすパターンは、いずれも減衰性位相シフト処理されたパターンとして有効に作用する。即ち、このパターンの解像度はプリンタの解像度より低く、フォトレジスト表面において比較的均一な強度が得られ、且つ、入射放射光の約5〜30%を透過し、好適には約10%を透過するパターン条件である。これに関して、例えば、パターン21において、不透明領域22aと開放領域22bは矩形形状である必要がないと共に、図示のように互いに同一サイズである必要もない。同様に、前述した他のパターンにおいて、不透明領域と開放領域との相対幅と間隔は、このパターンが副次解像度である限りにおいて変化できるものであり、この結果、使用するプリンタおよび露光パラメータに対して、比較的均一且つ、減衰された露光が得られる。更にこれら図示したパターン以外のパターン、例えば丸味を帯びたパターンや、不規則に変化する開口を有するパターンを利用できる。

【0029】また、更に、本発明の他の効果によれば、従来の位相シフトのように位相シフト用エレメントを構成するための特別な考慮を払わなくても、位相シフトが好適に実行され、また、前述したように、従来の減衰性位相シフトしたマスクの減衰性漏洩クロム層を製造する時に生じた問題点が生じない、あらゆるパターンを形成することができる。従って、本発明においては、透過した放射光の強度および位相シフトを同時に制御するAPS M（マスク）に併う従来の問題点が生じない。また、前述したような、位相エラーによる焦点偏移の問題も生じないようになる。本発明の他の効果によれば、商品質で少ない欠陥のレティクルを従来の方法によって製造することができる。これは、一実施例によれば、従来のクロム層を利用して本発明の副次解像度パターンを形成できる。更に、この副次解像度パターンを形成するためのこのクロム層は、従来のAPS Mの細洩クロムより精密なものであるため、本発明のレティクルの品質を容易に維持できる効果がある。従って、本発明のレティクルの製造プロセスは、レティクルクリーニングステップを含んだ標準のプロセスが通用する。最後に、本発明の副次解像度パターンは、従来のAPS Mの不均一な厚さまたは不均一な光学密度の問題点を有しないので、均一に減衰された露光が達成される。これらの理由によって本発明のレティクルによって、最適なイソグラフィ性能を達
50

(8)

特開平6-266095

13

成すると共に維持できる。

【0030】本発明を利用して、レティクルを製造するために、本発明の技術範囲内の副次解像度パターンをいづれか1つのパターンを有するレティクル・ブランクを設ける。図3と4に関連して説明したように、形成すべき図形部分を減衰用パターン中のあらゆる場所に設置することができる。従って、このレティクル・ブランクの製造業者は、形成すべき特定のパターンについて考慮する必要がなくなる。これら図形部分を、副次解像度パターン付きレティクル・ブランク上に、1マスキングステップで設定できる。一般に、本発明の副次解像度パターン付きレティクル・ブランクを、最初、フォトリソスト層によって被覆する。次に、このレティクル・ブランクをデバイスパターンを有するE-ビームシステムで露光する。このフォトリソストを現像した後で、初めにクロムエッチングを施すことによって、これら図形部分を規定する(即ち、この副次解像度パターンを図2~7に示した開口パターン21のような領域から除去する)。次に石英エッチング処理する。これによって、約160°~200°の範囲内で図形部分を介して透過された放射光の位相をシフトするのに十分な石英の厚みがエッチング処理される。この位相シフトは、副次解像度パターンを有するレティクルの領域を経て透過した放射光に対して、約160°~200°の範囲で行われる。ここで、レティクル上に副次解像度を形成することによって、前述のE-ビームシステムのような困難性を生じないものである。このE-ビームシステムを利用することによって、レティクル付きデバイスを製造するために使用するリソグラフィプリンタの場合に比べて、一般に、更に良好な解像度を有するようになる。更に重要な点は、一般に、レティクルを、例えば、約5:1のIRFを持ったプリンタと共に使用すると、レティクル上の副次解像度パターンは、フォトリソスト表面における対応の像より大きなものとなり、この結果としてこのパターンは、レティクルを形成するために利用されるプロセスの解像度以内に容易に納められる。

【0031】また、別な実施例によれば、図形部分の領域における石英をエッチング処理しないままとすることもでき、他方、これで図形部分を包囲する副次解像度パ

14

ターンの領域における石英をエッチング処理すると共に、位相シフト機能させる。しかし乍ら、このような変形例では、2つのマスキングステップを必要とするようになる。

【0032】

【発明の効果】以上のように、減衰性の位相偏移型レティクルが詳述されている。本発明のレティクルによれば、偏波性クロム層を製造するに当たり、困難性が無くなる効果がある。更に、本発明によれば、不均一なクロムの薄膜の位相エラーのための焦点偏移による問題点を最小に抑えるか、無くすることができる。また、本発明のレティクルは容易に製造することができ、且つ、あらゆるタイプのパターンに利用できる。本発明のレティクルを用いて、最良のリソグラフィ性能を達成できると共に維持できる。本発明の副次解像度パターンを有するレティクル用空白部を利用して、あらゆるデバイスのあらゆる層のためのレティクルを形成できる特徴がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のAPSMのクロム薄膜による焦点ズレに対する臨界寸法を表すグラフ。

【図2】本発明の一実施例によるレティクルの一部分の平面図。

【図3】本発明の他の実施例によるレティクルの一部分の平面図。

【図4】本発明の別の実施例によるレティクルの一部分の平面図。

【図5】更に、本発明の実施例によるレティクルの一部分の平面図。

【図6】本発明の更に別の実施例によるレティクルの一部分の平面図。

【図7】本発明の更に他の実施例によるレティクルの一部分の平面図。

【符号の説明】

20、30、50、60 レティクル

21 開口

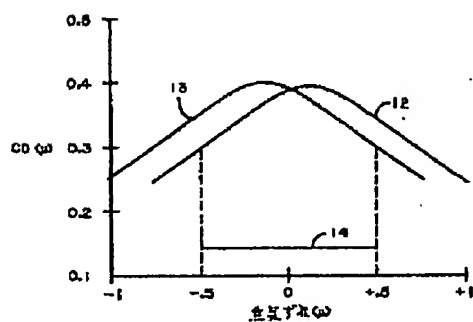
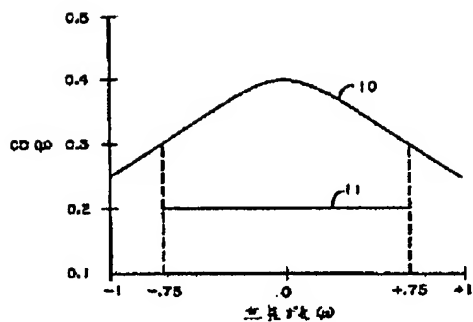
22、32、52、72 パターン

22a、22b、32a、32b、52a、52b 領域

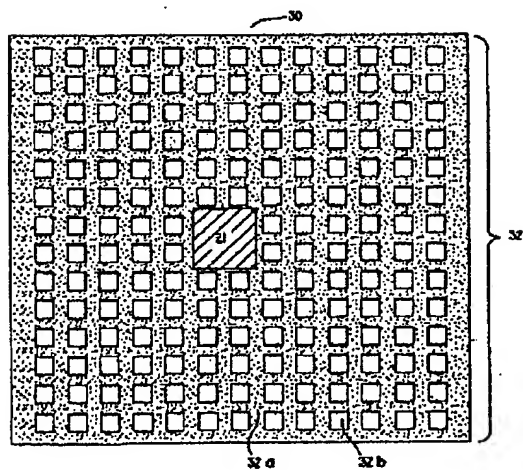
(9)

特開平6-266095

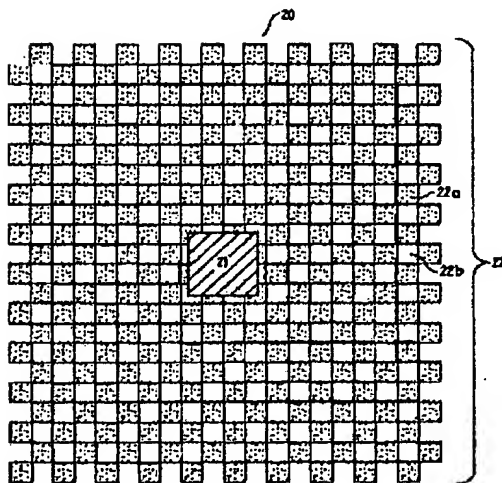
【図1】



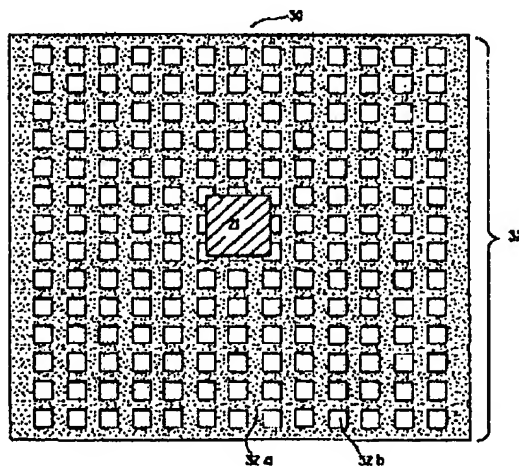
【図3】



【図2】



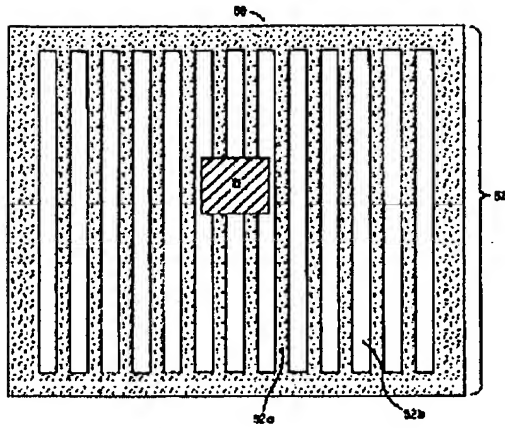
【図4】



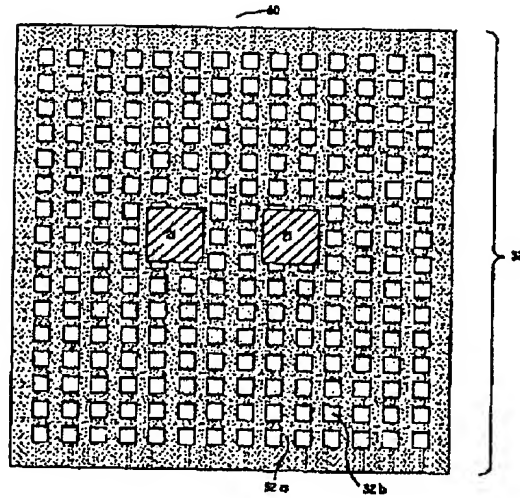
(10)

特開平6-266095

【図5】



【図6】



【図7】

